

〔論 文〕

「知識基盤社会」における子どもの 科学的リテラシーの育成と理科カリキュラム改革

小 川 哲 男

Promotion of Children's Scientific Literacy in our Knowledge-Based Society
and Reformation of the Natural Science Curriculum

Tetsuo OGAWA

In the 21st century we live in what has been called a “knowledge-based society,” one in which new knowledge, information and technology have gained a great deal of importance and now serve as a basis for human activities in areas such as politics, economics, and culture. In this knowledge-based society, goods and currency are distributed, information is disseminated and a great deal of human communication takes place via the Internet. In order to live in this knowledge-based society, one must be able to sort through the never-ending flow of information, and decide what, in that flow, is worthwhile, and what can be safely ignored.

In this paper, the author uses the word “literacy” to mean the skills necessary to deal with the flow of information in a knowledge-based society. To be literate is sometimes seen as synonymous with being cultured. But in society today, literacy should be identified as the ability to construe information in texts employing language, mathematics, and other symbol systems; to digest and process them based on sound judgment; and to represent this information in a usable form. Thus, the challenge we face today is how to promote the sort of human literacy which will enable us to live successfully in a “knowledge-based society.”

The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) has defined literacy using four international indicators of scholastic ability: “reading literacy,” “mathematical literacy,” “scientific literacy,” and “problem-solving literacy.” In this paper the author will focus on scientific literacy and provide an overview of educational reforms in the UK and the USA, and examine what they have defined as the “key competency” that lies at the core of their curriculums. The author examines and analyzes the place scientific literacy is given in the Japanese natural science curriculum (which is based on the new educational guidelines). In addition, the paper proposes concrete ways of developing scientific literacy among children using the new natural science textbook to be put into use in fiscal 2011.

Key words: *Reformation of Natural Science Curriculum* (理科カリキュラム改革), “knowledge-based society” (「知識基盤社会」), *the international indicators of scholastic ability* (国際的な学力指標), “scientific literacy” (「科学的リテラシー」), “key competency” (「キー・コンピテンシー」)

1 問題の所在と目的

21 世紀は、新しい知識・情報・技術が政治・経済・文化をはじめ社会のあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的に重要性を増す、いわゆる「知識基盤社会」時代であるといえることができる。その実像は、物や通貨が流通し、情報が流布され、人と人とのコミュニケーションの多くはコンピュータを媒介として構成される社会である。このような「知識基盤社会」で生きるためには、明確な意思を持ち、目的意識をもって、社会にあふれる情報を自ら咀嚼し、取捨選択をしながら生きる力が要請されよう。

このような「知識基盤社会」において、生きる力の内実はリテラシーという言葉で表現される。このリテラシーは、教養という意味も有しているが、「知識基盤社会」にあっては、社会にあふれる文字や数学、記号などで表現される情報を自ら解釈し、咀嚼しながら自分の判断や見通しを持ちつつ、自分の意志として加工し、使用可能な形で表現する力そのものといえよう。このことから、「知識基盤社会」を生き抜く人間のリテラシーの形成が課題となっている。

本論文では、経済協力開発機構（以下、OECD）による国際的な学力指標として「読解力」、「数学的リテラシー」、「科学的リテラシー」、「問題解決能力」の4つに定式化されているリテラシーの中から「科学的リテラシー」に焦点を当て、米国や英国のカリキュラム改革を概観し、その主要能力である「キー・コンピテンシー」について論究する。また、我が国における「科学的リテラシー」の育成について新学習指導要領に基づく理科教育カリキュラムにおける位置付けを検討・分析する。さらに、平成 23 年度から使用される新しい小学校理科教科書をもとに、「科学的リテラシー」の育成の具体的指導法の方途を試みる。

2 科学的リテラシー育成とカリキュラム改革

OECD は、2000 年から「生徒の学習到達度調査 (PISA)」を実施している。その調査内容の一つとして「科学的リテラシー」がある。この調査では、「科学的リテラシー」について、「自然界及び人間の

活動によって起こる自然界の変化について理解し、意志決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力」としている¹⁾。

この定義からは、現在、子どもが学校で学んでいる科学についての知識や概念の修得の重視とともに、人間と自然との結びつきや、意志決定の道筋に関わる能力の育成が一層重視されなければならないといった考え方をその背景として読むことができる。

この科学的リテラシーの内容は、①科学的知識・概念、②科学的プロセス、③科学的状況・文脈の3つの側面から捉えられている²⁾。このような OECD-PISA 調査の結果によれば、我が国の子どもの科学的リテラシーの平均得点は国際比較で、2000 年調査では 2 位であったが、2006 年調査の結果は 6 位といった実態であり、我が国の子どもの科学的リテラシーの向上が課題となっている。

現在、この科学的リテラシーの育成に関わっては、世界各国で研究が進められ、その向上のために具体的な取り組みが進められている。

米国では、1980 年代後半から、全ての市民が修得すべき科学的なリテラシーを策定し、その内容の実現のため、カリキュラム改革が進められている。この中で、科学的リテラシーは、科学的な概念やプロセスについての知識や理解とされ、個人や社会活動への科学の適用性を強調した学力観の中に位置付けられている。そして、全国規模での「全米科学教育スタンダード」を策定し、1990 年代後半以降の米国のカリキュラムでは、科学的リテラシーの育成と向上を目指し、変革を進めている。このカリキュラムは我が国の学習指導要領が依拠しているところの、物理、化学、生物、地学とそれぞれの系統的知識に基づく内容構成とは大きく異なっている。その内容は、「統一的概念とプロセス」、「探求としての科学」、「科学と技術」、「個人的社会的観点から見た科学」、「科学の歴史と本質」を特徴としている。これらの具現化のため、幼稚園から第 4 学年の段階、及び第 5 学年から第 8 学年の各段階のまとまりなど、それぞれの段階に応じた学習内容が設定され、幼稚園から第 12 学年までにかけて体系的に学習が深ま

るように一貫した方向性に基づいて構成されている。これらの内容をいかに実現し、科学的なリテラシーの向上を図るかが科学教育に携わる教育関係者に求められる課題となっている³⁾。

一方、英国では、1980年代末のナショナルカリキュラム導入後、義務教育期間に到達すべき内容として、科学リテラシーと関わる学力の形成を位置付けている。このナショナルカリキュラムの科学の学習内容は11か年の義務教育期間を通して、「科学的探究」、「生命のプロセスと生物」、「物質とその特性」、「物理プロセス」の4つの領域で構成されている。この中の「科学的探究」は、「科学の本質」に関する理解と、「探究能力」としての能力との2つから構成されている。特に、後者の「探究能力」は「計画すること」、「証拠を得ることと提示すること」、「証拠を考察すること」、「評価すること」という4つの基礎的能力から構成されている。そして、これらの「科学の本質」と「探究能力」は発達段階に応じて体系的により単純で基礎的な能力から複雑でより高度な能力の育成へと、初等教育から系統的な向上を期待している⁴⁾。

前述したように、我が国の子どものPISA調査の結果の推移からは、科学的なリテラシーの定着の低下を読み取ることができる。一方、世界各国の教育改革の中で、科学的リテラシー向上のための施策や具体的推進の姿が見られる。そして、米国、英国においては、「科学的リテラシー」の向上のため、体系的なカリキュラムを策定し、その内容の具現化のために、教育関係者が課題解決のため努力をしている。両国ともに、科学的リテラシー向上のため、幼稚園や小学校低学年からの体系的なカリキュラムを策定し、意図的・計画的に具現化を図ろうとしている。我が国においても、小学校低学年から全学年を通じた初等教育における計画的・意図的な科学的リテラシー育成が重要な課題である。

3 科学的リテラシーの枠組みとキー・コンピテンシー

(1) 科学的リテラシーの定義

PISA調査の意図するところは、学校で学習する

各教科の学習内容の理解度を測定することをねらいとしているのではなく、生徒が将来直面するであろう多様な状況における総合的な課題解決のための知識や技能の適用がどの程度可能なかを測定することをねらいとしている。言い換えるならば、生徒が義務教育を修了し、社会の中で活躍できるような資質能力の測定として捉えることができる。

PISA調査で測定される学力は主として「読解力」「数学的リテラシー」「科学的リテラシー」の3つである。

小倉は、「リテラシー」の用語の使用について、次のように指摘している⁵⁾。

「リテラシー」とは社会の構成員として必要とされる一人ひとりの学力である。そして、その内容は、以前は「読み・書き・そろばん」であったが、科学技術や社会経済が発展した現代社会では「読み・書き・そろばん」だけでは充実した個人生活や社会生活を営むことが困難となり、求められる内容も基礎的な資質よりも高度で複雑な内容を求められることとなったことが背景としてある。

この指摘は、社会構造が高度に変化し、「知識基盤社会」である現在、社会の担い手としての青年は一定の手順に従って課題を効率よく正確に処理する能力よりも、課題を自ら工夫しながら解決できる知的で、創造的な能力を身に付けることが求められるようになってきたと考えることができる。

「OECD生徒の学習到達度調査(PISA)2006年調査国際結果報告書」⁶⁾では、科学的リテラシーは、次のように定義されている。

- ・疑問を認識し、新しい知識を獲得し、科学的な事象を説明し、科学が関連する諸問題について証拠に基づいた結論を導き出すための科学的知識とその活用
- ・科学の特徴的な諸側面を人間の知識と探究の一形態として理解すること
- ・科学とテクノロジーが我々の物質的、知的、文化的環境をいかに形作っているかを認識すること・思慮深い一市民として、科学的な考えを持ち、科学が関連する諸問題に、自ら進んで関わる

(2) 科学的リテラシーの枠組み

これらの科学的リテラシーは次の4つの相互に関連した観点から特徴付けられている⁷⁾。

- ・「状況・文脈」: 科学とテクノロジーが関係する生活場面を認識すること
- ・「科学的能力」: 科学的な疑問を認識し、現象を科学的に説明し、証拠に基づいた結論を導き出すことを含む能力を示すこと
- ・「科学的知識」: 科学の知識（自然界に関する知識）と科学についての知識（科学自体に関する知識）の両者を含む科学的知識に基づいて、自然界を理解すること
- ・「科学に対する態度」: 科学に対する興味・関心、科学的探究の支持、天然資源や環境に対して責任ある行動をとるための動機付けを示すこと

これらの4観点とその特徴は、次のように整理することができる（表1）。

(3) キー・コンピテンシーと「生きる力」

上述した科学的リテラシーの観点や要素には、OECDが個人と社会の成功を導くために個人が身に付けるべき資質・能力としてのコンピテンシー国際的定義に取り組んだ「能力の定義と選択（DeSeCo）」プロジェクトの成果が反映されている⁸⁾。

この中で、個人の成功と社会の発展のための「主要能力（キー・コンピテンシー）」として、次の3つのカテゴリーとしての能力が特定された。

①社会的に異質な集団で交流し、よりよい人間関係を構築する能力

これは、他人とうまく付き合ったり、協力やチームワークを発揮したり、対立を処理・解決したりする能力である。

人間は生涯を通じて、物質的・精神的に生存しながら、自己概念やアイデンティティなどを形成する。その道筋は、絶えず他者とのつながりに依存する過程そのものである。他者との交流は生活の一部であり、人間は大部分の時間をこのようなつながりに依拠して生活している。

異質な集団で交流し、よりよい人間関係を構築することは、異なった背景や言語だけではなく、歴史、

表1 科学的リテラシーの観点と要素

観 点	要 素
状況・文脈	・多様な状況・文脈における科学的な取り組み ・科学とテクノロジー ・生活場面への関連と認識
科学的能力	・科学的な疑問の認識 ・現象の科学的な説明 ・科学的な証拠を用いる
科学的知識	・科学の知識（自然界に関する知識） ・「科学についての知識」（科学自体に関する知識） ・科学的探究 ・科学的説明
科学に対する態度	・科学に対する興味・関心 ・科学的探究の支持 ・天然資源や環境に対する責任

文化、経済の違いを踏まえながら、ネットワークを構成し、他者との良好な結びつきを形成していくことである。例えば、社会的能力、ソーシャルスキル、異文化間能力、ソフトスキルなどである。

②他者との関係において、自律的に活動する能力

これは、全体的視野で行動したり、個人の生涯設計などを計画、実践したり、さらには、権利や利益を守ったり主張したりする能力である。

社会的に異質な集団と交流することと、自律的に活動することとは互いに補完し合う関係にある。

自律的に活動することは、一人で、独立して行動することと同義ではない。したがって、自律的に活動することは、自ら個人的アイデンティティを形成することと、与えられた文脈において決定したり、選択したり、責任ある役割を果たしたりするという意味で相対的に自律性を確立していくことである。例えば、自ら行動する力、自ら選択する力、実行する力、主張する力などである。

③問題解決のための道具を相互活用的に活用する能力

これは、言語や記号、文書、知識や情報、テクノロジーなどを相互作用的に活用する能力である。

この「道具」という言葉は、モノとしての道具はもとより、社会的・文化的なツールを指し、最も広い概念で使われている。コンピュータはもとより、

言語、情報、知識などのすべてが道具であり、私たちはそのような道具を通じて世界と出あっているのである。しかも、道具を相互活用的に活用することに重要な意味がある。つまり、道具は、単なる受身的な存在ではなく、道具を駆使して世界に関わり、能動的な対話や活動を実現しながら、自己を拡張していく足場そのものなのである。例えば、言語やシンボルを相互活用的に使用できる能力、知識や情報を相互活用的に活用する能力、技術を相互活用的に活用する能力などである。

上述した3つの能力の相互の関係は、図1のように示すことができる。

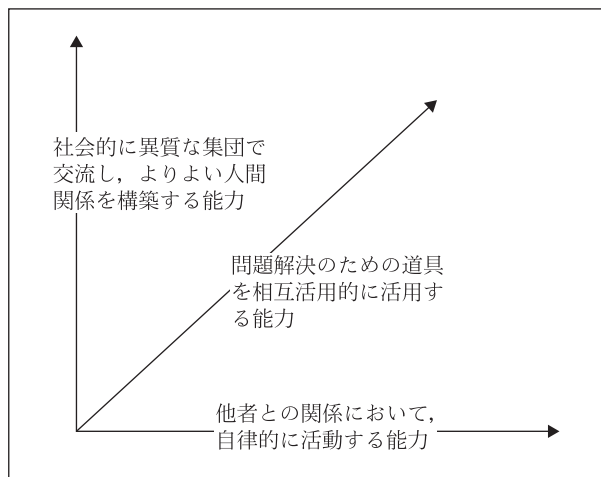


図1 キー・コンピテンシーの3つの能力

キー・コンピテンシーに関わる能力の定義は、今回の我が国の学習指導要領の改善と深く関わっている。それは、2008年1月の中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善について」にその関連について次のように示されているからである⁹⁾。「これまで述べてきたとおり、社会の構造的な変化の中で大人自身が変化に対応する能力を求められている。そのことを前提に、次代を担う子どもたちに必要な力を一言で示すとすれば、まさに平成8年（1996年）の中央教育審議会で提唱された「生きる力」にはかならない。このような認識は、国際的にも共有されている。OECDは、1997年から2003年にかけて、多くの国々の認知科学や評価の専門家、教育関係者などの協力を得て、「知識基盤社会」の時代を担う

子どもたちに必要な能力を、「主要能力（キー・コンピテンシー）」として定義付け、国際的に比較する調査を開始している。このような動きを受け、「各国においては、学校の教育課程の国際的な通用性がこれまで以上に強く意識されるようになってきているが、「生きる力」は、その内容のみならず、社会において子どもたちに必要となる力をまず明確にし、そこから教育の在り方を改善するという考え方において子どもたちに、必要となる力をまず明確にし、そこから教育の在り方を改善するという考え方において、この主要能力（キー・コンピテンシー）という考え方を先取りしたと言ってもよい」と述べている。このことから、日本における「生きる力」と、OECDの「主要能力（キー・コンピテンシー）」は同一の考え方として捉えることができよう。

4 科学的リテラシーと素朴理論

前述したように、子どもの科学的リテラシーは小学校1年生から各学年の発達に即して意図的・計画的に形成していくことが求められている。特に、低学年における科学的リテラシーの育成は重要である。幼少期の子どもの科学的リテラシー向上に関しては、子どもが構成する概念発達の有用性について、近年、重要な指摘がなされている¹⁰⁾。稲垣佳代子らは、子どもの概念発達に関して、ピアジェの理論とそれ以降の理論を比較しそれらの違いを検討している。稲垣らのピアジェに関わる指摘は、次のように要約できる¹¹⁾。

- ①ピアジェの理論では、個人のコンピテンスは各個人の段階に応じて発達し、論理—数学的構造は領域を超えて適用できる。
- ②ピアジェの考え方では、幼児の段階では「具体的操作」を獲得していない。したがって、幼児はどのような領域でも一貫した知識体系をもっていない。
- ③幼児は、論理—数学的構造を洗練させ、前操作的段階から具体的操作段階へと進む。

これらの指摘を踏まえるならば、子どもは、具体的操作の段階に至らなければ、コンピテンスを発達させられないこととなる。そして、子どもが、具体

的操作段階に達した場合には、コンピテンスは領域を超えて、発達することとなる。

さらに、稲垣らは、このようなピアジェの考え方を検討しながら、現在の概念発達の研究の成果を踏まえ、次のように主張する。

- ①子どもの概念発達においては、構成された知識の産物と同様に、知識の構成過程も領域固有である。
- ②幼児期であっても、構成された知識の産物は、理論ともよべる知識として位置付けられる。
- ③子どもの概念発達においては、認知的制約のみならず、社会的な制約を受けながら知識が構成される。

言い換えるならば、子どもが構成する知識は領域ごとに異なって獲得され、新たな問題解決の場では既存の経験や知識を駆使しながら解決の方法を考えたり、既存の知識を修正したりしながらその領域固有の新たな知識を構成していくと考えられる。すなわち子どもは固有の領域において、彼自身の思考や論理に基づきながら、知識を構成していくのである。これらの固有の領域に関わって、稲垣らは、その中に素朴理論が存在すると主張する¹¹⁾。

例えば素朴物理学、素朴心理学、素朴生物学ともよべる領域があると指摘する¹²⁾。

この稲垣らの指摘は、子どもの概念発達における新たな有用性の指摘であり、自然認識に関わる学習・教授理論の研究に重大な示唆を与えている。つまり、子どもの科学的リテラシーの育成は、幼年期はもとより、小学校低学年も含めて体系的な視点をもったカリキュラムのもとで、実現される必要があるのである。したがって、幼年期はもとより、低学年から高学年の子どもの自然認識の基礎の構成を積極的に価値付け、その重要性を認識し、体系的に科学リテラシーを育成することの重要性が問われている。

5 理科学習指導要領改訂と科学的リテラシーの育成

(1) 理科における科学的リテラシーの位置付け

「知識基盤社会」の時代における科学的リテラシーの位置付けに関わっては、中央教育審議会答申¹³⁾

に次のように示されている。「『知識基盤社会』の時代においては、科学技術は競争力と生産性向上の源泉となっている。特に、第三期科学技術基本計画が指摘しているとおり、1990年代半ば以降、ライフサイエンスやナノテクノロジー、情報科学等の分野などを中心に学術研究や科学技術をめぐる世界的な競争が激化した」と「知識基盤社会」において、世界的な競争の中での我が国の科学技術のおかれている厳しい状況を指摘している。一方、社会に少子・高齢化といった我が国の人口構造の変化や、環境問題やエネルギー問題といった地球規模の課題がある中、「次世代へ負の遺産を残さず、人類社会の持続可能な発展のために科学技術に何ができるか」と問題提起をしている。この課題にこたえる人材の育成に関わって次のように指摘している。「次代を担う科学技術系人材の育成がますます重要な課題になっているとともに科学技術の成果が社会全体の隅々にまで活用されるようになっている今日、国民一人一人の科学に関する基礎的素養の向上が喫緊の課題となっている。」

この中で用いられている「科学に関する基礎的素養」というのは、まさに科学的リテラシーを示していると捉えることができる。このような科学的リテラシーに関わる指摘は、次のような理数教育の課題を背景としている。

- ・国際的な比較において、我が国の子どもは算数・数学や理科について、学習に対する積極性が乏しく、得意だと思ふ子どもが少ないなど学習意欲が必ずしも十分でない。
- ・希望の職業につくために、数学や理科で良い成績を取る必要があると思ふ子どもが国際的に見て少ないこと、など職業との関わりに関する意識にも大きな課題がある。

このような課題を踏まえ、中央教育審議会答申では、理数教育の改善の方向性について次のように指摘している。

- ・学習指導要領の改訂においては、思考力・判断力・

表現力等の育成の観点から知識・技能の活用を重視し、各教科等における言語活動の充実を図ることとしている。理数教育においては、論理や思考といった知的活動の基盤という言語の役割に着目することが重要である。

- ・知識・技能を実際の場面で活用する活動などを行う時間を十分確保する必要がある。これらを通じ、分かる喜びや学ぶ意義を実感することが算数・数学や理科に対する関心や学習意欲を高めることにつながる。
- ・学術研究や科学技術を担う人材の育成と社会的な自立に必要な科学に関する基礎的素養の確立の双方の観点から、算数・数学、理科のそれぞれについての内容の系統性や小・中・高等学校での学習の円滑な接続を踏まえた改善が必要である。

これまで述べたように、理科における科学的リテラシーは、答申に見られる「科学に関する基礎的素養」として位置付けられ、世界各国の共通課題に対して、理数教育を重視した学習指導要領の改訂として積極的に対応しているといえる。

「2 科学的リテラシー育成とカリキュラム改革」で述べたように、科学的リテラシーは「自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意志決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力」と定義されている。この定義は、子どもの将来にわたって自然の事物や現象の変化を理解して説明したり、身近な環境問題の改善を考え、解決したりするツールとしての科学的知識や方法を使いこなせることと解釈できよう。ここでは、科学的リテラシーは、科学の領域に限定されるのではなく、日常生活や、社会に深く関係すること。そして、得られた情報を自ら判断し活用できるようにすることなどが強調されている。このような科学的リテラシーの獲得に向けて、子どもが将来市民として社会生活において、科学的知識や方法を駆使できるようにすることが必要であり、その基礎を形成するのは理科教育そのものであることはいうまでもない。

このような科学的リテラシーは理科教育が目指す

教科目標であり、指導内容・方法そのものであるといえる。子どもが観察、実験などの問題解決の活動を通して、科学的知識や科学の方法の必要性を自覚し、子どもの将来にわたる自然等に関わる様々な問題に対して立ち向かうことのできる資質能力すなわち、科学的リテラシーの育成が急務である。

（2）科学的リテラシー育成の基本方針

中央教育審議会答申¹⁴⁾では、科学的リテラシーを育成する理科の改善の基本方針について、次に示すように5点にわたって示している。

第1に、小・中高等学校を通じ、発達の段階に応じて子どもが知的好奇心や探究心をもって、自然に親しみ、目的意識をもった観察、実験を行うことにより、科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的な認識の定着を図り、科学的な見方や考え方を養うようにすること。第2に、科学技術の進展の中で、理数教育の国際的な通用性が問われている。そのため、科学的な概念の理解など基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの科学の基本的な見方や概念を軸に理科の内容の構造化を図ること。第3に、科学的な思考力、表現力を育成する視点から、例えば、観察・実験の結果を整理して考察する活動、科学的な概念を使用し考へたり説明したりする学習活動、探究的な学習活動を充実すること。第4に、科学的な知識や概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成するため、観察・実験や自然体験、科学的な体験を充実すること。第5に、理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視すること。

以上の5つの視点は、「知識基盤社会」における科学的リテラシー育成を目指す、理科学習指導要領の基本理念として捉えることができる。

（3）科学的リテラシー育成の具体事項

科学的リテラシーを育成する5つの基本方針を受け、小学校理科学習指導要領は改定された。その改善の具体的事項は次のように要約することができる。

①領域の構成については、中学校理科の分野との整合性を加味し、小学校の現行の「生物とその環境」、「物質とエネルギー」、「地球と宇宙」を改め、「物質・エネルギー」、「生命・地球」の2領域で構成する。

②「物質・エネルギー」については、子どもが物質の性質やはたらき、状態の変化について観察、実験を通して探究したり、物質の性質などを活用してものづくりをしたりすることについての指導に重点を置いて内容を構成する。また、「エネルギー」や「粒子」といった科学の基本的な見方や概念を柱とした内容の系統性をもたせること。

③「生命・地球」については、子どもが生物の生活や成長、体のつくり及び地表、大気圏、天体に関する諸現象について観察やモデルなどを通して探究したり、自然災害などの観点と関連付けて探究したりすることに指導の重点を置いて、内容を構成すること。

④子どもの科学的な見方や考え方が一層深まるように、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動を重視すること。

⑤生活科との関連を考慮し、ものづくりなどの科学的な体験や身近な自然を対象とした自然体験の充実を図るようにすること。

⑥環境教育の推進の視点から、地域の特性を生かし、その保全や環境への負荷に留意した学習の充実を図ること。

上記の改善の具体事項を科学的リテラシー育成の視点から捉えなおすと次のようにまとめることができる。

- ・「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの指導内容を構造化し、科学的な概念の理解と定着を図ることは、小・中・高等学校との接続・関連を図り体系的に科学的リテラシーを育成することである。
- ・観察、実験の結果を整理し表現する活動は、科学的リテラシー育成の視点から、論理や思考の基盤となる言語活動を重視することである。
- ・科学的な見方や考え方を育成するため、観察、

実験や自然体験、科学的な体験を一層充実し、科学的リテラシーの内実をなす、科学的な知識や概念の定着を図る。

- ・科学的リテラシーが最も要求される、環境教育の充実を図る。

このように、今回の小学校理科学習指導要領改定は科学的リテラシー育成のための体系的なカリキュラムの策定であるといえる。

6 理科における科学的リテラシー育成の具体化 —第6学年「人と環境」を事例として—

(1) 「人と環境」の単元のねらいと具体目標

小学校理科においては、中学校理科との接続を図る観点から理科としての系統性を見直すとともに、理科授業において最も重視される観察、実験などの体験をより多く位置付けるよう改善が図られており新しい小学校理科の目標は以下に示す内容である。

「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」

このように、子どもの科学的な概念は実感を伴いながら形成されるところに科学を学ぶ意義を体感することができるのである。その意味では、科学的なリテラシーの育成は子どもの実感をともなう理解が不可欠であることを示している。

平成23年度使用小学校理科教科書「みんなと学ぶ小学校理科 6年」(学校図書(株))「10 人と環境」には、これまでの学習を基礎に、人間と空気、水、植物などの自然環境との関わりを調べていく学習がある¹⁵⁾。

ここでは、人間も他の動物や植物も生きるために呼吸し、水を必要としていることや、人間や動物以外から養分を取り入れるが、植物は自分で養分を作り出していることなどを、資料を活用したり、これまでの学習を振り返ったりして、人間と自然との関わりについての科学的な見方や考え方を養うことがねらいである。また、それらを通して、生物相互の関わりや地球環境を守ろうとする意欲を持たせるこ

ともねらいである。

そして、人間の住む地球上に美しい自然があり、その中で人間はもとより他の動物や植物が深くつながり関わり合いながら生きていることを捉えさせることを目指している。

以上のような単元のねらいが達成されるためには次のような具体的な目標の設定がなされなければならない。

①自然への関心・意欲・態度

- ・資料や情報などをもとに、人間は、水や空気などの周囲の環境の影響を受けたり、他の生物と相互に関わっていることを調べようとする。
- ・身近な自然環境の保全に関心を持ち、自然を大切にしようとする態度を養う。

②科学的な思考

- ・人間と他の動物や植物は、水、空気、食べ物を通じてつながっていることを、具体例をもとに説明することができる。

③観察、実験の技能・表現

- ・植物の気体の出入りを気体検知管を使って調べることができる。
- ・自分の食べる食事のもとをたどることによって、動物や植物の食べるものと食べられるものとの関係を絵や図に表すことができる。

④自然事象についての知識・理解

- ・人間は単独で生きているのではなく、水、空気食べ物などを通して他の動物や植物と相互に関連しているということに気付く。

このような具体的な目標を実現するために、指導に当たっては、人間が力を合わせ持続可能な自然環境や社会を将来にわたって構築していくという視点に立ち、空気や水、植物、動物そして人間との関わりを環境問題として扱うことが大切である。

(2) 「人と環境」の具体目標と科学的リテラシー

上述した「人と環境」の単元や具体的な目標は、科学的なリテラシー育成の視点から捉えなおすことができる。表1では、科学的リテラシーについて、「状況・文脈」、「科学的知識」、「科学的能力」、「科学に対する態度」の4つの観点を設定し、それぞれの要素を整理したモデルを作成した。このモデルをもとに、「人と環境」の単元や具体的な目標を整理・分析すると次のようなにまとめることができる(表2)。

学に対する態度」の4つの観点を設定し、それぞれの要素を整理したモデルを作成した。このモデルをもとに、「人と環境」の単元や具体的な目標を整理・分析すると次のようなにまとめることができる(表2)。

表2 「人と環境」で育成する科学的リテラシー

観 点	具体的内容
状況・文脈	<ul style="list-style-type: none">・人間の住む地球上に美しい自然があり、その中で人間はもとより他の動物や植物が深くつながり関わり合いながら生きていることを捉えさせる。(「生活場面への関連と認識」「多様な状況・文脈における科学的な取り組み」)・人間は単独で生きているのではなく水、空気食べ物などを通して他の動物や植物と相互に関連しているということに気付く。(「生活場面への関連と認識」)
科学的知識	<ul style="list-style-type: none">・人間も他の動物や植物も生きるために呼吸し、水を必要としていることや、人間や動物は自分以外から養分を取り入れるが、植物は自分で養分を作り出していることを知る。(「科学の知識(自然界に関する知識)」)・人間と自然との関わりについての科学的な見方や考え方(「科学的説明」)・人間と他の動物や植物は、水、空気食べ物を通じてつながっていることを知る。(「科学についての知識(科学自体に関する知識)」)
科学的能力	<ul style="list-style-type: none">・資料を活用したり、これまでの学習を振り返ったりして、具体例をもとに説明することができる。(「科学的な証拠を用いる」)・資料や情報などをもとに、人間は、水や空気などの周囲の環境の影響を受けたり、他の生物と相互に関わっていることを調べようとする。(「科学的な疑問の認識」)・植物の気体の出入りを気体検知管を使って調べることができる。(「科学的な証拠を用いる」)・動物や植物の食べるものと食べられるものとの関係を絵や図に表すことができる。(「現象の科学的な説明」)
科学に対する態度	<ul style="list-style-type: none">・生物相互の関わりや地球環境を守ろうとする意欲(「科学に対する興味・関心」)・身近な自然環境の保全に関心を持ち、自然を大切にしようとする態度(「天然資源や環境に対する責任」「科学的探究の支持」)

（３） 具体的な授業の展開

単元「人と環境」の導入部分には、次のような内容が掲載されている¹⁶⁾（図2）。その要素として、自分が住む日本の形や位置、そしてその中で豊富な自然が残存する地域の地形や動植物の様子が示されている。

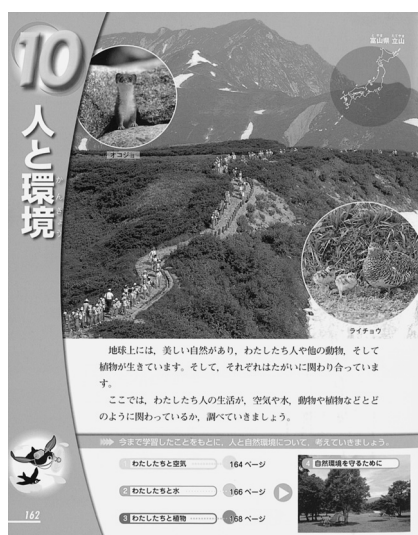


図2 科学的リテラシーとしての事実認識
（「みんなと学ぶ小学校理科 6年」学校図書(株)より）

科学的リテラシー育成の第一歩は、人間の住む地球や身の回りの自然の事象の実態把握から始まるといえる。そのためには、身近な自然に目を向け足を運び、そのすばらしさや大切さを体得することが大切となろう。いわば、人と自然との関わりの実態認識である。この上に立って、問題点や解決すべき課題を考えていく。

上述した事実認識や課題意識をもとに、自分たちができる環境保全の取り組みについて考える場面を構成している¹⁷⁾（図3）。

この単元では子どもは、「二酸化炭素や空気を汚す物質を出さないためには、どのような工夫をしたらよいだろうか」といった課題をもつであろう。この場面では、身近な環境の問題の解決のために、科学の知識や方法をツールとして駆使できるような話合いや提案がなされるだろう。そして、そのような取り組みから社会と深く関わって生きていく人間としての営みに気付くと思われる。科学的リテラシーはこのような活動を通して確実に育っていくことが



図3 科学的リテラシーとしての「環境保全」
（「みんなと学ぶ小学校理科 6年」学校図書(株)より）

期待される。

本稿では「知識基盤社会」における科学的リテラシー育成の重要性に焦点を当て、その枠組みや具体的内容について分析を進めた。その分析をもとに、科学的リテラシーのモデルを試案として作成し、実際の授業単元のねらいや具体的内容との整合性を図ってみた。

また、平成23年度から使用される理科教科書をもとに、実際の授業展開の方向性を検討した。

今後は、科学的リテラシー育成に関わるモデルに基づき、実際の授業を展開し、子どもの具体的な活動の分析やモデルの有効性を検証することが課題である。

【引用・参考文献】

- 1) 小倉康 (2007):「理科好きの裾野を上げ、トップを伸ばす科学カリキュラムとは」「科学的探究能力の育成を軸としたカリキュラムにおける評価法の開発」研究報告書, p. 40
- 2) 同上 1)
- 3) 前掲 1) pp. 21-22
- 4) 前掲 1) pp. 35-36
- 5) 小倉康 (2008):「PISA 調査の意義と背景, 調査の概要について」『理科の教育』Vol. 57/No. 671, pp. 4-7, 日本理科教育学会

- 6) 国立教育政策研究所編 (2007):「科学的リテラシーの枠組み」『生きるための知識と技能 3 OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2006 年調査国際結果報告書』(国立教育政策研究所編, p. 34, ぎょうせい, (2007))
- 7) 同上 6) pp. 34-35
- 8) ドミニク・S・ライチェン他 (2006):「キー・コンピテンシー」『キー・コンピテンシー—国際標準の学力をめざして』, pp. 105-121, 明石書店
- 9) 中央教育審議会答申 (2008):「幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善について」(初等中等教育分科会教育課程部会)『初等教育資料』(平成 20 年 3 月号), p. 72
- 10) 同上 9)
- 11) 稲垣佳世子・波多野誼余夫 (2005):「1.3 素朴生物学の研究で検討し得る発達的問題」『子どもの概念発達と変化 素朴生物学をめぐる』共立出版 pp. 13-16, pp. 18-19
- 12) 稲垣佳世子 (1996):「3.2 理論ベースの知識アプローチ」『認知心理学 5 学習と発達』東京大学出版会 pp. 63-78
- 13) 前掲 9) p. 105
- 14) 前掲 9) p. 130
- 15) 「みんなと学ぶ小学校理科 6 年」学校図書(株), pp. 162-172
- 16) 同上 15) p. 162
- 17) 前掲 15) p. 170

(おがわ てつお 初等教育学科)